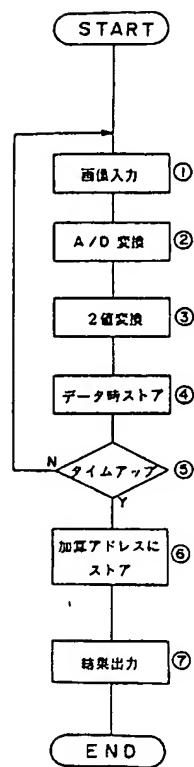
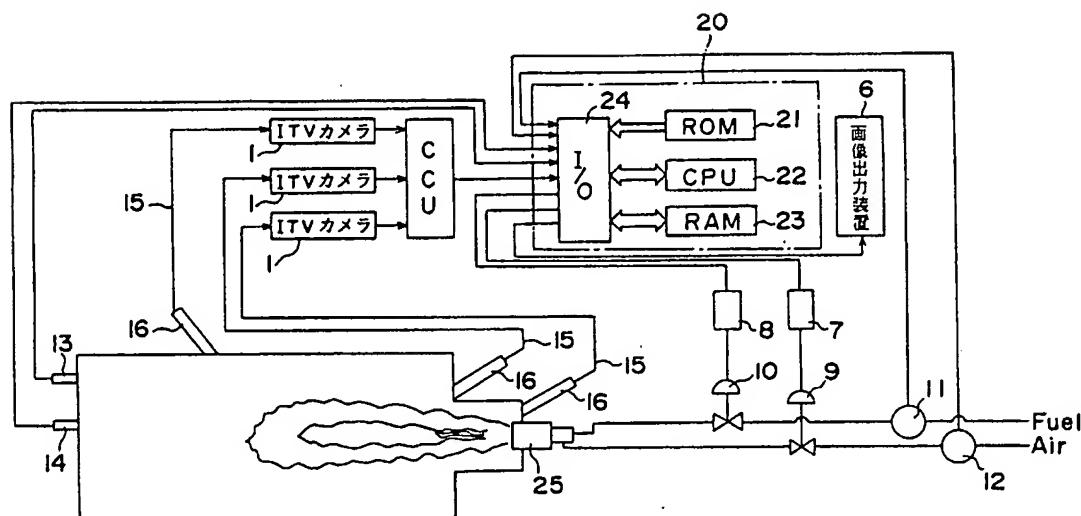


第 5 図



第 4 図



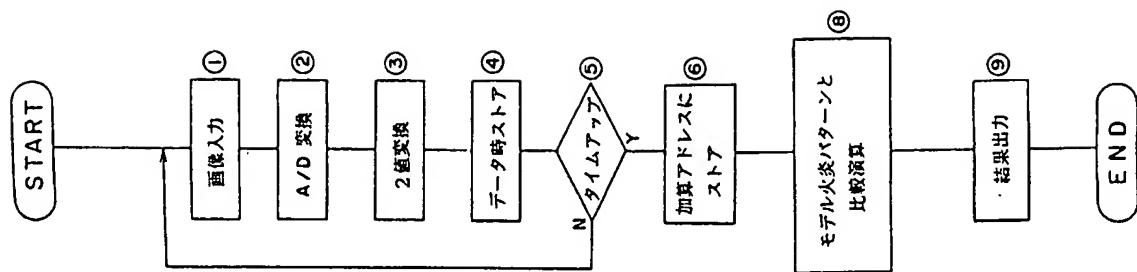
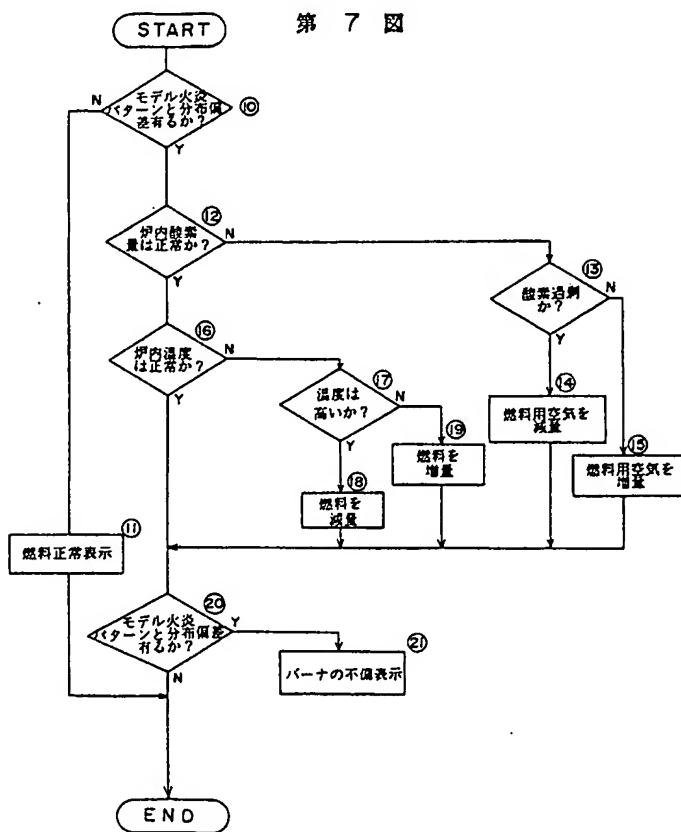


図 6 第

第 7 図



手続費別途請求 (自発)

昭和62年 5月30日

特許庁長官 塩原明雄 殿

1. 事件の表示 62-131512
昭和62年5月29日提出の特許願

2. 発明の名称
バーナ燃焼状態解析装置

3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
名 称 日本ファーネス工業株式会社

4. 代理人
住 所 東京都港区虎ノ門2丁目5番9号 石原ビル3階
氏 名 (8746) 弁理士 村瀬 一美
電 話 03-503-5206番
FAX 03-503-5270番



5. 補正命令の日付
自発補正



6. 補正の対象
願書

7. 補正の内容
1. 駆番の提出日の上部に「(特許法第38条ただし書の規定による特許出願)」を挿入する。
2. 発明の名称の欄の下に「特許請求の範囲に記載された発明の数」の欄を設け、発明の数「3」を挿入する。

PAT-NO: JP363298018A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63298018 A
TITLE: DEVICE FOR ANALYZING BURNER COMBUSTION STATE

PUBN-DATE: December 5, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HASEGAWA, TOSHIAKI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON FURNACE KOGYO KAISHA LTD	N/A

APPL-NO: JP62131312

APPL-DATE: May 29, 1987

INT-CL (IPC): G01J001/02 , F23N005/08

US-CL-CURRENT: 250/554

ABSTRACT:

PURPOSE: To accurately detect the variations of the combustion states of individual burners and to perform low-pollution, safe, and high-efficiency boiler operation by finding features of the behavior of a flame as a spatial presence possibility distribution image in a vague state.

CONSTITUTION: An image pickup device 1 picks up an image of the flame, a binary image processing part 2 converts the input image into a binary image, and an image reconstitution processing part 3 adds binary images within a specific time to reconstitute a still multilevel image which has density levels or pseudo colors proportional to the appearance frequency of one frame. This processed image is sent out through an image output device 6. In this case, the features of the behavior of the flame are found as the spatial presence possibility distribution image in a vague shape. Consequently, the combustion state can be analyzed at every specific temperature or flame band.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

⑯ 公開特許公報 (A)

昭63-298018

⑤ Int.Cl.¹G 01 J 1/02
F 23 N 5/08

識別記号

府内整理番号

J-7706-2G
G-8815-3K

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全11頁)

④ 発明の名称 バーナ燃焼状態解析装置

② 特願 昭62-131312

② 出願 昭62(1987)5月29日

⑦ 発明者 長谷川 敏明 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号 日本ファーネス工業株式会社内

⑧ 出願人 日本ファーネス工業株式会社 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号

⑨ 代理人 弁理士 村瀬 一美

明細書

1. 発明の名称

バーナ燃焼状態解析装置

2. 特許請求の範囲

(1) 火炎を撮像する画像入力装置と、入力画像を2値画像に変換する2値画像処理部と、所定時間内における2値画像を加算して1フレームの出現頻度に比例する濃度レベルないし擬似カラーの静止多値画像に再構成する画像再構成処理部及びその処理画像を出力する画像出力装置とから成り、火炎の挙動を空間存在確率分布画像で求めることを特徴とする燃焼状態解析装置。

(2) 火炎を撮像する画像入力装置と、入力画像を2値画像に変換する2値画像処理部と、所定時間内における2値画像を加算して1フレームの出現頻度に比例する濃度レベルないし擬似カラーの静止多値画像に再構成する画像再構成処理部と、あらかじめ作成された最適燃焼状態時の火炎の空間存在確率分布画像と前記画像再構成処理部から出力される現在の燃焼の空間存在確率分布画像と

を比較演算しその分布差を求める比較画像再構成処理部及びその処理画像を出力する画像出力装置とから成り、そのバーナの最適燃焼状態時と現在の燃焼状態の相違を空間存在確率分布比較画像から求めることを特徴とする燃焼状態解析装置。

(3) 前記最適燃焼状態時の火炎の空間存在確率分布画像は個々の制御対象バーナについて、熟練者による撮影によって作成されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第2項に記載の燃焼状態解析装置。

(4) 火炎をデジタル画像として取込む画像入力装置と、入力画像を2値画像に変換する2値画像処理部と、所定時間内における2値画像を加算して1フレームの出現頻度に比例する濃度レベルないし擬似カラーの静止多値画像に再構成する画像再構成処理部と、あらかじめ作成された最適燃焼状態時の火炎の空間存在確率分布画像と前記画像再構成処理部から出力される現在の燃焼の空間存在確率分布画像とを比較演算しその分布差を求める比較画像再構成処理部と、その分布差出力と火

際の空気比及び燃料供給量とを比較して適正燃料供給量及び空気過剰量を推論し、不足ないし過剰の空気量及び燃料量を求める推論部と、この推論部からの出力制御量に基づいて燃焼供給系及び燃焼空気供給系の流量を制御する制御手段とから成り、そのバーナの最適燃焼状態に現在の燃焼状態を一致させるようにフィードバック制御することを特徴とする燃焼自動制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分の)

本発明はバーナの燃焼状態を解析する装置及びこの解析結果に基づいてバーナをフィードバック制御する装置に関する。

(従来の技術)

従来のボイラに適用されている燃焼監視システムは、炉内テレビやフレームディテクタによる火炎の監視とボイラ出口での O_2 、 NO_x 、 CO の連続測定が主体であり、火炉内の燃焼状態を概括的に把握しているにすぎない。例えば、現状の燃焼の管理状況は、自動バーナ制御装置等によって

自動化されているが、火炉内の燃焼状況の評価や診断は運転者の現場での火炎形状や輝度の観察並びに炉内テレビモニタによる遠隔監視といった視覚によるものと、効率管理や環境対策の必要から実施される排ガス性状分布のデータ解析によってマクロ的に行われている。

自動的な燃焼特性の管理としては代表的な運転条件に対して煙道のトラバース分析測定が適宜実施されるが、この方法は個別バーナの燃焼を診断するにはメッシュが粗すぎる。従って、異常燃焼の発生し易い過渡期の状況は把握されていない。また NO_x 、ばいじん、 CO 等の煙道におけるマクロ的な指標が悪くなるのは、特性の悪い限られたバーナが原因している。街の全体的な調整は比較的容易であるが、特性の悪いバーナをみつけ出して調整するのは夫々のバーナが複雑に干渉しあい、一つのバーナの操作が他のバーナの燃焼にも影響することから難しい。

しかも、この特性はボイラによって、また整備状況によって異なるため、ボイラのくせとして長

期間かけて経験的に把握されているが、検証手段がないために確証が得られていない。このような状況では個別バーナの最適化調整が難しく、一度設定されるとほとんどの場合変更しないのが現状である。しかし、近作のようなエネルギー情勢、経済情勢が急激な変動の時代を迎えた火力プラントでは一層きめの細かな省エネルギー、環境保全、運転性の向上が要求されていることから、そのための重要な技術として個々のバーナの燃焼状態を正確に診断できる技術の開発が必要となってきた。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、従来の燃焼管理として一般的な火炎の目視判断は個人の主觀に影響され、定量化が困難であることから経験を要し、ますます複雑化する燃焼条件の下で厳しい目標値を管理することは困難である。一般に、火炎の形状や色、輝度等を観察して燃焼状態の良否を判断する場合には、火炎全體の挙動の中から漠然とした特徴量を曖昧な形で見い出し、それをまた曖昧な形で追従して

いるに過ぎず、それは視覚でとらえ得る火炎の挙動の特徴量即ち平均的な火炎の位置、大きさ、方向、明るさなどを操作者固有の勘によってとらえ全體を判断していることに気がつき、機械による自動測定が困難であることが理解できる。そして、譬えこの挙動等を測定機で測定し判定しようとしても、バーナ等の相関関係が複雑で定量化的困難なバーナの燃焼状態を一般的なモデルを規範として、これまた制御が複雑な個々のバーナの燃焼状態にあてはめてコントロールすることはむずかしく、結局人間が勘によって行なっているのと同様に曖昧な形で燃焼状態の全體の特徴量を見い出しそれを夫々の燃焼状態特性に基づいて曖昧な状態のまま対処して行くことがもつとも的確なものとなる。

また、操作に対するバーナの応答が分からぬため調整初期はめくら操作となるし、経験と勘だけがたよりとなるため収束が悪く時間がかかる。さらに、全體の燃焼特性が特性の悪いバーナに支配されるので燃料の種類、負荷、モード等に対す

る運転条件の許容範囲が狭く、異常時の対策がたてにくいので、弾力的な運転ができない。このように、火炎の自体を目視判断する方法では、従来から、計算機を有効活用した自動化に結びつかなかつた。

また、火炎の測定として音響、振動及び光による測定が考えられるが、フィージビリティスタディの結果、音響振動については、燃焼の変化を示す指標が得にくく、また缶の構造振動を拾い燃焼特性に適さないことが分かった。更に、火炎の構造は非常に複雑であり、加えて発光の仕方と光の伝播に関する法則が上述の測定を一層複雑なものとしている。

一方、火炎を光で分析するには高性能な測定機を必要とするが、従来実験室で用いられた装置は実缶の環境に耐えるものではなく、また個々のバーナに取付けるには高価すぎた。更に実缶の内部を覗くと一様に同じような輝きであり、光学的にはフレーム有無の検知や温度測定程度のことしかできないと考えられがちである。加えて、有機火

炎の発光波長や小火炎の輝度スペクトル強度分布のケースバイケースのデータは、多くの文献に報告されているが、火炎についての標準的な測定法や分析法が未確立である。小火炎でなされた方法を大火炎に適用すると化学種の発光は固体発光の中に埋もれてしまい、簡単には抽出できなくなる。光による個々のバーナの燃焼診断はこのように解決しなければならない難問が多くあるがとりわけ要求性能に見合った装置の設置コストが現実的でないとされ、敬遠されたものと考えられる。

そこで本発明は、個々のバーナの燃焼状態の変化を精度良く検知できる高度な監視診断システムを開発し、より低公害、安全、高効率なボイラー運転を行うことを目的としている。更に具体的には、本発明は、バーナの燃焼状態を漠然とした曖昧な状態のまま解析可能とする装置を提供することを第1の目的とする。また、本発明の第2の目的は、特定のバーナの燃焼状態について熟練者の調整によるその最適燃焼状態をモデルとして比較解析できる装置を提供することにある。更に、本

発明の第3の目的は、特定のバーナの燃焼状態について熟練者の調整による最適燃焼状態をモデルとしてフィードバック制御できる装置を提供することにある。更に、本発明の第4の目的は、上述の燃焼状態の解析を特定温度ないし火炎帯域等に実施可能な解析装置のある。

(問題点を解決するための手段)

かかる目的を達成するため、本発明の燃焼状態解析装置は、第1図に示すように、火炎を撮像する画像入力装置1と、入力画像を2値画像に変換する2値画像処理部2と、所定時間内における2値画像を加算して1フレームの出現頻度に比例する濃度レベルなし擬似カラーの静止多値画像に再構成する画像再構成処理部3及びその処理画像を出力する画像出力装置6とから構成し、火炎の挙動の特徴を空間存在確率分布画像で曖昧な形のまま求めるようしている。

また、第2図に示すように、本発明は、上述の燃焼状態解析装置に、あらかじめ作成された最適燃焼状態時の火炎の空間存在確率分布画像データ

と前記画像再構成処理部から出力される現在の燃焼の空間存在確率分布画像データとを比較演算し、その分布差を求める比較画像再構成処理部4を組込み、そのバーナの熟練者による操作によって実現した最適燃焼状態と現在の燃焼状態の偏差を空間存在確率分布画像から求めるようしている。

更に、本発明の燃焼自動制御装置は、第3図に示すように、上述の第2図の解析装置の比較画像再構成処理部4のから出力される静止空間存在確率分布差出力を実際の空気比及び燃料供給量とを比較して適正燃料供給量及び空気過剰量を推論し、不足ないし過剰の空気量及び燃料量を求める推論部5と、この推論部5からの出力制御量に基づいて燃焼供給系及び燃焼空気供給系の流量を制御する制御手段7、8とから構成し、実装バーナ25の最適燃焼状態に現在の燃焼状態を一致させるようにフィードバック制御するようしている。

(作用)

したがって、第1図の発明によると、燃焼状態は2値画像として解析しようとする火炎の挙動デ

ータのみが取込まれ、それが所定時間分だけ画像加算されて再び出現頻度に比例する濃淡ないし色彩の静止多値画像即ち空間存在確率分布を示す静止画像として構成され表示される。このため、明るい個所（その逆でも良い）ほど火炎が存在していた時間の長い定常燃焼状態領域であり、暗い個所あるいは全くの暗部においては火炎の挙動が激しく乱れているかあるいは火炎の存在しない領域であることが判明するし、またその動きの方向や速さなどから火炎の形状や温度帯域等の乱れの状態が淡然とした曖昧な形ではあるが特徴的な画像として定性的に判明する。この火炎の挙動は、問題とならない細部の細かな動きは切り捨てられ画像化されないものの燃焼状態に悪影響を与える程度の大幅な乱れ等は一定時間内における平均的な動きとしては一定しているはずであり、それが空間存在確率として検出し得るはずであるから、上述の空間存在確率分布静止画像に出現し、これからバーナの燃焼状態を容易に解析できる。

また、第2図の発明の場合、出力画像に空間存

実施例を示すブロック図である。本発明の燃焼状態解析システムは、バーナの火炎を撮像する画像入力装置1と、入力画像に所定の画像処理を施しあらかじめ設定された最適燃焼状態並びに実際の炉内温度及び炉内酸素濃度と比較して燃焼用空気及び／又は燃料の過不足を推論する画像データ処理部20と、この推論結果を出力する推論結果出力部6と、画像データ処理部20からの出力によって燃料供給系の燃料調整弁9の開度を制御するコントローラ7及び燃焼用空気供給系の空気調整弁10を制御するコントローラ8と、炉内温度を検出する温度センサ13と、炉内酸素濃度を検出するセンサ14と、各供給系の流量を測定する流量計11、12とから成る。

画像入力装置1は、通常取り扱い易くかつ安価な工業用テレビカメラ（以下ITVカメラと略称する）にA/Dコンバータをつけたものがよく使用される。しかし場合によってはITV以外の画像入力手段例えば赤外線ITVカメラ、イメージファイバーなどの使用も可能である。例えば、微粉

在確率分布の出現を認められる場合、現在の燃焼状態が最適燃焼状態のフレームの空間存在確率分布画像と異なること、即ち現在の燃焼状態が最適燃焼状態とは異なることを検出し得るし、かつその偏違の度合いや分布状態を経験則や実験から特徴付けることによって異常の種類や度合を解析できる。

更に第3図の自動燃焼装置の場合、空間存在確率分布に分布差が認められる場合、供給燃料や空気量と実際の炉内温度や炉内酸素濃度と比較することによってそれが燃料あるいは燃焼用空気の供給量の不適正であるか否かを推論しあつその偏差の特徴に応じて燃料量及び燃焼用空気量の過不足を推定して空気比、燃料噴射量をフィードバック制御し、自動的に個々のバーナの最適燃焼状態を再現する。

（実施例）

以下、本発明の実施例を図面に基づき詳細に説明する。

第4図は本発明のバーナ燃焼状態解析装置の一

炭燃焼用豎型炉の火炎を計測する場合、ITVカメラ1の光学系にイメージファイバー15を接続すると共にその先端を耐熱、視野の大きさ、防腐、安全性等を考慮して水冷却した金属管16に挿入し、その先端から空気をバージして防塵を囲りつつ火炎を計測するようにしても良い。

ITVカメラ1からのアナログ画像信号は入力輝度調整等の各種制御を行ないかつ入力画像の選択を行なうカメラコントロールユニット（以下CCUと略称する）を経た後、同期信号発生器19からの同期信号によって時分割処理され、サンプリングの後A/Dコンバータにおいて量子化（デジタル化）され、デジタル画像信号としてそのままあるいはインターフェース等を介して画像データ処理部20へ出力される。尚、A/Dコンバータは同期信号発生器19からの同期信号と同期をとって信号変換を行なう。

A/Dコンバータはサンプリングしたアナログ画像信号を、その明るさに応じてデジタル化即ち量子化を行なう機能を有するものであり、例えば

本実施例の場合、8ビットの分解能を有するものが使用されている。尚、ITVカメラ1にモノクロ用カメラが使用される場合には画像信号を、カラー用カメラが使用される場合には輝度信号あるいは各カラー信号が入力画像信号として使用される。カラー信号を使用する場合、R、G、B画像信号を利用して、同時に異なる部位の燃焼状態解析をデータの重疊を防いで実行し得る。尚、火炎を形態上把握するばかりでなく、その明るさや色彩で燃焼状態を把握することも可能である。この場合には、画像入力装置の光学系に色フィルターを介在させ、特定の色の火炎帯域のみを画像入力したり、フィルターを通してある帯域の明るさの画像信号のみを画像処理系へ送出するようすれば足りる。

画像入力装置の起動は、例えばセンサ等を利用して自動的に行なうか、あるいは運転者が操作するスイッチ等によって任意に行なわれる。尚、図示していないが、CCUにはビデオ及びモニターが接続されており、撮影された燃焼状態が必要に

応じて録画、再生される。

上述の画像入力装置1によって取り込まれたデジタル画像データを処理する画像データ処理部20には、一般に公知のコンピュータが採用されている。このコンピュータは、基本的にはROM21と、少なくとも1つの中央処理部（以下CPUと略称する）22と、この中央処理部22において処理する前の画像データ及び処理画像データを記憶するRAM23及び入出力部（I/O）24より構成され、ROM21に書き込まれたプログラムに従った制御によって所定の画像処理・演算処理を行う。

CPU22は、第3図の自動燃焼制御システムの場合、2値画像処理部2とこの2値画像を所定時間分だけ加算して静止多値画像に再構成する画像再構成処理部4と、あらかじめ作成された最適燃焼状態における静止多値画像と現状の燃焼状態における静止多値画像との分布差の演算を行なう比較画像再構成処理部4と、その分布差出力と実際の炉内温度及び炉内酸素濃度とを比較して適

正燃料量及び燃焼用空気量を推論し、不足ないし過剰の空気量及び燃料量を求める推論部とROM21に書き込まれたプログラムによって基本的に構成している。

2値画像処理部2はA/Dコンバータより送出されるデジタル画像データをある濃度レベルを閾値として2値化処理し、2値画像に変換するものである。本実施例の場合、前記量子化はペータ形が採用されており、黒色が0、白色が255の8ビットの濃度レベルに分けられている。そこで、火炎と背景あるいは特定の火炎帯域とその他の部分とを明らかに区別できる程度の濃度レベル例えば閾値を8ビットの濃度レベルにおいて200程度の明るさを閾値とする。この書き込みデータはCPU22の内部論理によって決定されるものであり、負論理であれば0が、正論理であれば1がバッファに書き込まれる。この2値画像処理は1フレームが入力される毎に実施されると共に所定時間が経過するまで継続される構成となっている。ここで、所定時間とは燃焼状態を判断するに適切

な時間を目安とする。また、連続的に入力される画像情報を逐次一定時間毎に次分割処理することもある。

画像再構成処理部3は、逐次入力される2値画像を所定時間分だけ加算して、1フレームの出現頻度に比例する濃淡画像ないじ擬似カラー画像から成る静止多値画像に再構成する画像処理部であって、RAM23の加算アドレスに記憶されている先のフレームの2値画像に同期をとつて次のフレームの2値画像を逐次加算するようにして、所定時間分の2値画像を順次加算し得る機能を有している。この画像は、明るさが出現頻度に比例するという情報即ち空間存在確率分布を濃度レベルのある分布状態で示す静止多値画像である。

比較画像再構成処理部4は現在の燃焼状態とそのバーナの最適の燃焼状態との間の違いを多値画像から成る空間存在確率分布画像で表わすものである。即ち、最適燃焼状態の空間存在確率分布と、加算アドレスに格納されている現状の燃焼状態の空間存在確率分布との偏差を検出し得る機能を有

している。尚、最適燃焼状態における燃焼の空間存在確率分布画像は、一般にその種のバーナにおいて最適とされる火炎の空間存在確率分布画像を入力しておいても良いが、好ましくはそのバーナを実際に実機に装着した状態において熟練者によって操作し、実際に得られる最適燃焼状態を各燃焼条件毎に第1図の画像処理システムを使用して画像化し、記録しておいても良い。即ち、熟練者の主觀に基づいて最適と判断され選択された燃焼状態における入力画像を多値画像にして記録しておく。尚、実操業中に、基準としている最適燃焼状態より好適な燃焼状況を得ることができた場合には、その火炎の空間存在確率分布画像を基準火炎の空間存在確率分布画像と書き代えることも可能である。

また、推論部5は、比較画像再構成処理部4において得られた実装バーナ25の最適燃焼状態に対する現在の燃焼状態の値と燃料供給量及び過剰空気量とを比較して供給燃料の過不足、適正空気比を推定し、その量に対応させて燃焼用空気供

た、流量調整弁9、10としては、通常、ソレノイドバルブ等の電気信号で制御可能なバルブが採用されている。

尚、画像出力装置としては、一般にCRTディスプレイやハードコピー装置等が使用される。本実施例の場合、推論結果を出力するようにしているが、第1図に示すように画像再構成処理部3の結果を出力するようにすれば、燃焼状態を出現頻度に比例する空間存在確率分布画像で表現することができる。また、第2図に示すように、比較画像再構成処理部4の結果を出力するようにすれば、最適燃焼状態と現在の燃焼状態との火炎形状、温度帯域、各火炎帯域の変動等を表わす分布比較画像が夫々得られる。

以下、本燃焼状態解析装置を使用してバーナの燃焼状態の解析を第5図ないし第7図のフローチャートに基づき詳細に説明する。

まず、スイッチを作動させてCCUに起動信号を送出する(START)。「画像入力」は起動信号の入力によって画像入力装置1を動作し、入

給系、燃料供給系の供給流量をフィードバック制御するものである。例えば、本実施例の場合、流量計11、12から入力される供給燃料量、供給空気量と各センサ13、14から入力される実際の炉内温度、炉内酸素濃度を比較して、実装バーナの最適燃焼状態と現在の燃焼状態との間に火炎形状、温度帯域、フレーム構造等に差異が認められる場合に、その異常が空気比や燃料の供給量に起因しているのか否かを推論し、その結果を空気及び/または燃料の供給量の増加ないし低減といった形で出力するものである。このフィードバック制御は、一般に燃焼用空気供給系、燃料供給系を制御対象とし、各流量調整弁9、10の開度を制御するコントローラ7、8に燃料等の過不足に応じて電気信号を出力するように設けられている。

コントローラ7、8としては、推論部5からの出力に対応して流量調整弁9、10の制御電流を出力するもの、例えば一定量だけ弁を開閉させるパルス信号を出力するものが採用されている。ま

た、流動調整弁9、10としては、通常、ソレノイドバルブ等の電気信号で制御可能なバルブが採用されている。

尚、画像出力装置としては、一般にCRTディスプレイやハードコピー装置等が使用される。本実施例の場合、推論結果を出力するようにしているが、第1図に示すように画像再構成処理部3の結果を出力するようにすれば、燃焼状態を出現頻度に比例する空間存在確率分布画像で表現することができる。また、第2図に示すように、比較画像再構成処理部4の結果を出力するようにすれば、最適燃焼状態と現在の燃焼状態との火炎形状、温度帯域、各火炎帯域の変動等を表わす分布比較画像が夫々得られる。

以下、本燃焼状態解析装置を使用してバーナの燃焼状態の解析を第5図ないし第7図のフローチャートに基づき詳細に説明する。

まず、スイッチを作動させてCCUに起動信号を送出する(START)。「画像入力」は起動信号の入力によって画像入力装置1を動作し、入

力装置であるITVカメラ及びCCUを介してバーナ25の燃焼状態を火炎形状に関するデータとして画像入力する(ステップ1)。この入力画像はA/Dコンバータにおいてサンプリングして、8ビットの濃度レベルのデジタル画像信号に変換する(ステップ2)。このデジタル入力画像は、火炎と背景を区別し得る程度の濃度レベル、例えば8ビット濃度において200程度を閾値として閾値処理が施され、2値画像に変換される(ステップ3)。即ち、ボイラ等の内部の火炎の動きの情報のみが画像データとして取込まれ、その他の領域の動きや背景、部位は切り捨てられる。この「2値画像処理」は画像データ処理部2のCPU22のソフトウェアで構成された2値画像処理部2にて行なわれる。サンプリング、デジタル化は所定時間内に順次行なわれ、数十フレームの入力画像データは順次デジタル画像として取込まれる(ステップ5)。「データ一時ストア」は2値画像のデータをRAM23の所定のアドレスに一時的にストアするものであり、CPU22によって

コントロールされる（ステップ4）。したがって、画像入力装置1より転送されて来た燃焼状態画像が順次2値画像に変換されてメモリ内にストアされて行く。「タイムアップ」は所定時間が経過したか否かを検出するものであり、所定時間内であればステップ1の前にブランチし、所定時間が経過したことを検出すると次のステップへ進む。この「タイムアップ」はタイマによって機能するルーチンである。このようなフローチャートにあって、採取された数十フレーム分の画像データは画像読み込み停止ONとなるまで順次、2値化された画像データをRAM23に記憶させてゆく。画像入力のための所定時間が経過すると、ステップ7に進む。この「加算アドレスにストア」は、RAM23に予め割り付けられている加算アドレスの指示されているアドレスに、RAM23に一時ストアされていた2値画像のデータを移行させるものである。更に、この加算アドレスのRAMメモリデータは、2値画像データがII（但し、正論理）であれば次々とインクリメントされて行く。従つ

ステップ6までは第5図のものと同じであるので省略する。第5図の燃焼状態解析装置において取込まれたバーナ火炎の静止空間分布画像の分布状態と、あらかじめ作製された実装バーナ25の最適燃焼状態の静止空間分布画像とを比較して燃焼状態の異常の有無及びその度合を定量的に観察することができる。即ち、ステップ6において得られた現在の燃焼状態を示す静止空間分布画像と同じバーナあるいは同種のバーナを使ってあらかじめ作製された最適燃焼パターンとを比較演算し、その分布差を求める（ステップ8）。この結果は画像出力装置例えばモニターディスプレイ上に画像としてあるいは他のディスプレイ上に燃焼状態の異常を分布画像ないしメッセージの形で表示する（ステップ9）。

更に前述の第5図及び第6図の燃焼状態解析装置を使ってバーナの燃焼をフィードバック制御する自動制御を第7図のフローチャートに基づき説明する。

まず、第6図のステップ8において出力される

て、複数回のデータ採取を行なった場合において、同一火炎形態をとる場合即ち定常燃焼の場合には、RAMのメモリデータは大きなものとなる（ステップ6）。即ち、2値画像の加算により、一定時間内でのある空間における出現頻度の多寡に応じた濃度レベルないし色彩の静止多値画像が得られる。次のステップの「結果出力」は加算アドレスによって支持されるRAMのデータを読み出し、画像出力装置であるモニターテレビ等により、ある燃焼状態における火炎形状に関する情報、即ち、空間存在確率分布を出現頻度に比例した明るさの濃淡画像ないし出現頻度に特定された擬似カラー画像として出力する。この「結果出力」はCPUのソフトウエアで構成された画像再構成処理部3にて行なわれる（ステップ8）。以上の処理を行ない「END」に到り動作を終了する。

次に、他のシステムの動作を第6図に示すフローチャートに基づき詳細に説明する。但し、同一フロールーチンについては同一路ルーチン名を付し説明は省略する。

モデル火炎パターンと現在の燃焼の火炎パターンとの分布差があるか否かを判断する（ステップ10）。分布差がない場合、燃焼状態はそのバーナの最適燃焼状態を維持しているのでこれを正常燃焼として表示する（ステップ11）。分布差がある場合、次のステップ12に移行する。【炉内酸素量は正常か】は、O₂センサにおいて炉内の残存酸素量を検出しこれを流量計11、12から入力される供給燃料及び燃焼用空気量との関係において最適燃焼状態時のそれと比較し判断する（ステップ12）。酸素量が正常でない場合、それが過剰であるか否かを判断する（ステップ13）。過剰の場合、燃焼用空気供給系のバルブ9をコントローラ7によって一定量開き増量する（ステップ15）。過剰でない場合には、バルブ9をコントローラ7によって一定量閉じ燃焼空気量を減少させる（ステップ14）。炉内酸素量が正常の場合、次のステップ16において炉内温度が正常であるか否かを判断される。炉内温度が正常でない場合、最適火炎パターン時に比較して温度が高い

か否かを判断する（ステップ17）。温度が高い場合、燃料供給系のバルブ10をコントローラ8によって一定量閉じ燃料を減量する（ステップ18）。温度が低い場合、同じく燃料供給系のバルブ10をコントローラ8によって一定量開き燃料を増量する（ステップ19）。炉内温度が正常の場合、供給燃料及び空気のいずれにも原因がないのでバーナ25の構造上の不備として燃焼異常状態をディスプレイあるいは警報ランプ等において表示する（ステップ20）。

III. 発明の効果

以上の説明より明らかなように、本発明は、バーナの燃焼状態は2値画像として解析しようとする火炎の挙動データのみが取込まれ、それが所定時間分だけ画像加算されて再び出現頻度に比例する濃淡ないし色彩の静止多値画像即ち空間存在確率分布を示す静止画像として再構成され表示されるので、火炎がとどまっている箇所は画像が明るく（あるいは逆に暗くもしくは特定の色を呈し）定常的であり、暗い個所あるいは全くの暗部にお

いては火炎の挙動が激しく乱れているが火炎が存在しないことを表わし、その動きの方向や速さなどから乱れの状態が定性的に判明する。そこでこの空間存在確率分布静止画像からバーナの燃焼状態を解析できる。この空間存在確率分布は、燃焼状態が曖昧な形のまま表示されるが、定量化が困難なバーナの燃焼状態の解析はその燃焼状態を曖昧な表現で知覚する方が正確な表現（定量的な表現）よりも動作を正確に把握できる。

また、空間存在確率分布画像によって表示される現在の燃焼の空間存在確率分布画像とあらかじめ作成された最良燃焼状態時の火炎の空間存在確率分布画像とを比較演算しその分布差を求めることにより、そのバーナの最適燃焼状態と現在の燃焼状態の違いすなわち燃焼状態の異常を検出することができる。出力画像に空間存在確率分布の出現を認められる場合、現在の燃焼状態が最良の燃焼状態のフレームの空間存在確率分布画像と異なること、即ち燃焼状態が異常であることをしらせ得るし、かつその偏差に特徴が認められる場合に

は異常状態を解析でき、未熟練者によても万全の対処ができる。換言すれば、従来困難であったバーナの操作が誰にでも容易に実施できることとなる。

更に、本発明によると、現在の燃焼状態とそのバーナの最良燃焼状態と思われる燃焼状態を空間存在確率分布画像で比較し、空間存在確率分布画像が一致するようにフィードバック制御することにより最良燃焼状態と思われる燃焼状態に現在の燃焼状態をたえず追従させるようにしているので、偏差量に応じて空気比、燃料噴射量等を自動的に変更できる。また、色フィルタを介在させることによって、特定の帯域例えば還元炎ないし酸化炎、高温の火炎、低温の火炎等の画像情報のみを入力し、画像化できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の燃焼状態解析装置の基本構成を示す機能プロック図、第2図は他の発明の機能プロック図、第3図は更に他の発明の機能プロック図、第4図は本発明に係る燃焼状態解析装置の

一実施例を示すプロック図、第5図～第7図は各発明のフローチャート図である。

1…画像入力装置、

2…2値画像処理部、3…画像再構成処理部、

4…比較画像再構成処理部、5…推論部、

6…画像出力装置、7, 8…コントローラ、

9, 10…流量調整弁。

特許出願人

日本ファーネス工業株式会社

代 理 人

弁理士 村瀬 一英

